

# 安科瑞城市综合管廊运维的系统集成方案

产品名称	安科瑞城市综合管廊运维的系统集成方案
公司名称	安科瑞电气股份有限公司
价格	.00/件
规格参数	品牌:安科瑞 型号:城市综合管廊运维的系统 产地:江苏江阴
公司地址	上海市嘉定区育绿路253号
联系电话	19821750213 19821750213

## 产品详情

**摘要：**从网络拓扑结构、开放式实时以太网协议、控制层系统配置方面介绍了综合管廊的系统网络架构设计，分析了无线网络特性，阐述了基于HTML5架构所能实现的功能的初步构想，以便于综合管廊运维人员巡检，确保管廊本体安全。

**关键词：**综合管廊；网络架构设计；无线网络；人员定位

### 0 引言

综合管廊的控制部分是保证综合管廊安全、可靠运行的核心。区域控制器负责所在片区的综合监控任务及数据处理，将现场采集到的数据上传，同时下发上位的控制指令。因此，对产品的稳定性、可靠性、环境耐受性提出很高的要求。根据国家标准规定，综合管廊自动化控制主要包含七大系统：消防系统，通风系统，供电系统，照明系统，监控与报警系统，排水系统，标示系统。实际应用中，根据以上七大系统，每个区域控制器(ACu)需要对本区域的信息进行采集，并且控制本区域内的相关设备。一般综合管廊中需要采集的信息：仪表，包括温度、湿度、O<sub>2</sub>、CO、CO<sub>2</sub>、CH<sub>4</sub>；通风，包括通风机开启、关闭状态以及运行故障；照明，照明系统运行工况；给排水，排水泵运行工况，积水坑低液位、高液位及报警液位信号，水管上压力；供电，电压、电流、功率因数、电源进线信号；安防，红外对射装置报警信号；摄像机影像。需要控制的设备：通风，通风机开启、关闭；照明，照明系统；排水，排水泵启动、停止；供电，其他设备供电。

### 1 系统网络架构设计

综合管廊控制系统的可靠性要求高，且现场环境湿度大，存在腐蚀性、可燃性气体，对硬件产品品质有很高的要求。同时控制系统还需要有灵活的结构，以便于后期系统的扩展，冗余光纤工业以太环网及信息技术的高度集成也是项目的一个特点。综合管廊是未来智慧城市重要组成部分，所以对综合管廊自控系统的信息化程度要求很高。综合管廊信息化程度很大程度上决定于综合管廊的系统网络架构。

#### 1.1 网络拓扑结构

一般，综合管廊系统架构可分为如下三类。

(1)传统离散型网络架构。每个ACu均配置PLc，再由交换机组成环网。传统离散型网络架构如图1所示。

图1 传统离散型网络架构

这种网络结构优点是可以分散Acu故障风险，每个区域Acu相对独立，可以独立完成简单逻辑控制；缺点是网络可扩展性差，设备成本和运维成本高。如果区域Acu损坏，因涉及到编程，需要专业人员重新下载程序。

(2)中央控制结合远程IO网络架构如图2所示。

图2 中央控制结合远程IO网络架构

这种网络架构可\*大程度节省硬件成本、调试成本、维护成本，通常硬件损坏不涉及到编程，可以直接更换IO模块，降低运维成本；缺点是中心PLc运行负荷大，风险高，网络扩展性能也相对较差。

(3)分级式网络架构。每1~2 km设置控制PLc，其间5~10个ACU采用远程IO。这些PLc再组成环网，\*终上传到监控中心。分级式网络架构如图3所示。

图3 分级式网络架构

监控中心冗余PLC+分变电所异地冗余PLC+防火分区Acu远程IO的分级式网络架构兼具以上网络架构的优点。

(1)硬件成本降低。将原来10个分区PLc缩减成为2个冗余PLc，ACu部分替换为远程IO，降低硬件成本。

(2)故障风险降低。一般，与PLc同系列同档次的远程IO接口模块成本要比PLC低。但在稳定性上，由于远程IO模块只处理信号转换(不做逻辑运算)，在硬件本身的设计上相对简单、牢固、发热量小、抗电磁干扰能力强，发生故障的概率小于PLc。而在分变电所采用异地冗余PLC本身的档次定位、产品性能等各方面高于离散式方案的防火分区PLc，其发生故障概率小。又因为采用冗余系统，故障概率进一步降低。综上所述，采用分变电所异地冗余PLC+防火分区Acu远程IO系统结构，其故障风险会比传统离散式网络架构的稳定性高。

(3)施工成本降低。程序调试时可以利用对象编程(每个防火分区功能基本相同)来减少编程调试人员工作量。工作人员只需要在分变电所冗余PLC上对各个防火分区完成编程，不需要到每个防火分区设备间单独调试，节省编程调试时间，加快项目进度。

(4)降低后期运维成本。在后期运维方面

如果采用离散式结构，若防火分区PLc故障、损坏，则要厂家专业人员到现场安装、下载程序、调试设备，运维成本增加，响应时间延长。如果采用远程IO，若设备损坏，现场的管廊运维人员就可以完成更换操作(只需要拆装接线)，厂家可以通过远程调试完成设置。现场维护人员不需要具有PLC编程经验，降低后期运维成本，加快故障处理响应速度。

(5)网络扩展性好。根据该网络架构，可以

将网络划分与道路客观地理情况结合，按照道路的排布划分为子网络。在将来单条管廊形成路网，综合管廊扩建时仍可按照该网络结构，将增加的道路以路段为环网单位加入整个网络结构中。因此，网络结构可扩展性好，结构层次清晰。

(6) 网络容错性好。环网上的网络节点数越多，网络发生故障的风险越高。当环网两个节点以上故障时，整个故障节点区间的网络设备全部掉线、失联。故环网上节点数越少，环网故障率越低。对于分变电所异地冗余PLC+防火分区Acu远程IO网络架构，主干网络上只有分变电所PLC为网络节点(即可以理解为~2 km设一个网络节点)，可以把主干网络的节点数量控制在非常少的范围内。每个分变电所冗余PLC下的子环网只有远程IO作为子环网的节点，即每个子环网约10个远程IO节点。故采用此种架构，可以减少环形网络节点数和网络负荷降低网络故障风险。

## 1.2 开放式实时以太网协议

由于存在远程IO，同时网络节点数量多，拓扑复杂，故对现场网络实时性有很高的要求。传统TCP / IP网络已成为办公网络统一标准，但由于其协议本身的缺点，不能作为工业现场网络协议。基于此种需求，近年来工业实时以太网协议在工业现场环境得到广泛应用。目前，主流工业实时以太网协议主要有PROFINET和Ethernet / IP两种。其中Ethernet / IP具有数据量小、速度快等特点，主要适用于运动控制领域；PROFINET具有数据量大、实时性好等特点，特别适用于大型网络。采用PROFINET协议组成网络架构，硬件上可以做到“一网到底”，现场光纤环网可同时接入视频信号、电话信号等网络通信。PROFINET是新一代基于工业以太网技术的自动化总线标准，可以确保在网络传输中重要数据的传输可靠性。每个区域内需要将摄像机影像传送至监控中心。摄像机影像数据与信号采集控制数据特点如表1所示。

表1 摄像机影像数据与信号采集控制数据特点

比较项目

实时性要求

数据量大小

信号采集控制数据

高，控制信号需要实时响应，控制现场设备动作

小，往往kb级别

摄像机影像数据

低

大，高清摄像头往往6-8Mb

将PROFINET应用于管廊监控，可以将数据采集、控制信号、视频影像信号在同一个物理网络传输。PROFINET协议相较于普通以太网协议具有更高的数据可靠性，确保整个监控网络正常运行。

## 1.3 控制层系统配置

PLC是控制层逻辑控制的核心，根据综合管廊使用环境、功能要求等，可分为如下几种类型。

(1) 监控中心PLC。负责与下层PLC通信，将所有收集数据进行汇总，并提供开放数据接口，与上位信息系统进行通信。一般采用大型冗余PLC，以保证稳定性、可靠性。

(2)防火分区PLC。如采用离散式系统架构，则该PLC负责该防火分区内部数据采集与逻辑运算，并与监控中心PLC进行数据交换。由于管廊现场环境恶劣(高温、高湿、多尘)，一般也建议采用中型PLC(小型PLC普遍环境耐受性差，市场定位一般为OEM工厂客户，虽然逻辑功能和处理速度等方面勉强能满足系统要求，但在构成大型网络拓扑的组网性能、对上位信息系统的开放性支持及链接数量、整个产品定位及产品所采用的元器件方面均导致该产品在整体性能上不能满足综合管廊苛刻的环境及功能要求)。管廊系统庞大，子站多，网络结构复杂，整个项目对防火分区PLC组网性能、可扩展性能上要求很高。另管廊所处地带气候潮湿，土地盐碱，因此在管廊中的凝结水一般都具有很高的盐碱性，对设备腐蚀及损害大。故对在该环境下运行的设备具有很高的要求。

管廊内部需要共同人廊各种线缆，包括110 kV、10 kV高压电以及各种通信电缆，内部

电磁环境复杂，要求设备本身具有良好的抗电磁干扰能力，不向外发射电磁干扰，即设备具有良好的电磁兼容性。

## 2无线网络特性

综合管廊同时需要实现人员对讲、人员定位、设备监控维护等功能，而这些功能都可以通过无线网络来实现。能否在同一个无线网络下实现这些功能，避免重复投资浪费，节约成本，成为无线网络覆盖首先考虑的因素。

HTML5是新一代万维网核心语言。Windows、Android、IOS等系统均支持HTML5协议，移动设备的常用APP，如浏览器、微信、QQ等也均支持HTML5协议。

利用该技术可以发布web网页(相当于集成在PLC内的人机界面系统)，达到对PLC的监控和诊断维护。利用支持HTML5协议的移动端进行PLC的监控和维护，实现人员定位和对讲。

### 2.1设备监控、维护

利用HTML5编写的网络界面下载到PLC中(网络界面的内容可根据项目具体情况编辑)，通过现场工业以太网进行访问。另外，也可为PLC配备无线模块，接入移动端(如手机、Pad等)。将PLC发布的网页访问路径制作成二维码，通过移动端APP扫二维码功能进入到PLC监控界面。将PLC本体的运行状态、故障信息等编辑到PLC发布的web画面中，从而对PL设备进行维护。也可以在画面中包含现场仪表、通风、照明、给排水、供电等状态和控制信号，实现对现场设备的监控和维护。因此，利用HTML5技术为每台PLC节省触摸屏，同时方便人员对现场设备进行监控和维护。

### 2.2人员定位

为现场ACU配置无线模块，巡检人员通过移动设备(手机、Pad、智能穿戴设备)接入到现场无线中，通过IP—Tech技术将巡检人员连接数据上传至监控中心实时监测巡检人员的当前位置。巡检人员定位示意图如图4所示。

进一步，可以将管廊实际地图以及每套ACU的实际位置写入到现场PLC的HTML5画面中，现场人员通过移动设备访问PLC，从而巡检人员和监控中心都可了解巡检人员的实际位置，在发生危险情况时协助救援和巡检人员自救。

图4 巡检人员定位示意图

### 2.3人员对讲

巡检人员的移动设备连接无线模块的WiFi而进入到现场工业以太网中，通过手机APP可以实现实时对讲

，甚至视频对讲，帮助巡检人员对现场状况进行判断，并采取正确的处理措施。以上是基于HTML5架构所能实现的功能的初步构想，便于综合管廊运维人员巡检，确保管廊本体安全。

### 3 AcrelEMS-UT综合管廊能效管理平台

#### 3.1平台概述

AcrelEMS-UT综合管廊能效管理平台集电力监控、能源管理、电气安全、照明控制、环境监测于一体，为建立可靠、安全、高效的综合管廊管理体系提供数据支持，从数据采集、通信网络、系统架构、联动控制和综合数据服务等方面的设计，解决了综合管廊在管理过程中存在内部干扰性强、使用单位多及协调复杂的根本问题，大大提高了系统运行的可靠性和可管理性，提升了管廊基础设施、环境和设备的使用和恢复效率。

#### 3.2平台组成

安科瑞城市地下综合管廊能效管理系统是一个深度集成的自动化平台，它集成了10KV/O.4KV变电站电力监控系统、变电所环境监控系统、智能马达监控系统、电气火灾监控系统、消防设备电源系统、防火门监控系统、智能照明系统、消防应急照明和疏散指示系统。用户可通过浏览器、手机APP获取数据，通过一个平台即可全局、整体的对管廊用电和用电安全进行集中监控、统一管理、统一调度，同时满足管廊用电可靠、安全、稳定、高效、有序的要求。

#### 3.3平台拓扑

#### 3.4平台子系统

##### 3.4.1电力监控

电力监控主要针对10/0.4kV地面或地下变电所，对变电所高压回路配置微机保护装置及多功能仪表进行保护和监控，对0.4kV出线配置多功能计量仪表，用于测控出线回路电气参数和用能情况，可实时监控高低压供配电系统开关柜、变压器微机保护测控装置、发电机控制柜、ATS/STS、UPS，包括遥控、遥信、遥测、遥调、事故报警及记录等。

##### 3.4.2环境监测

环境监测包括温湿度、烟感温感、积水浸水、可燃气体浓度、门禁、视频、空调、消防数据的采集、展示和预警，同时也可接入管廊舱室内的水泵和通风排烟风机等设备集成的第三方系统完成管廊环境综合监控。

##### 3.4.3电气安全

AcrelEMS-UT能效管理系统针对配电系统的电气安全隐患配置相应的电气火灾传感器、温度传感器，消防设备电源传感器、防火门状态传感器，接入消防疏散照明以及指示灯具的状态实时显示，并且对UPS的蓄电池温度、内阻进行实时监视，发生异常时通过声光、短信、APP及时预警。

#### 3.5相关平台部署硬件选型清单

##### 3.5.1电力监控及配电室环境监控系统

应用场合 ( 10KV )

产品

型号

功能

10KV进/馈线

AM6-L

相间电流速断保护，相间限时电流速断保护（可带低压闭锁），相间过电流保护（可带低压闭锁），两段式零序过流保护，反时限相间过流保护（可带低压闭锁），零序反时限过流保护，过负荷保护，控制回路异常告警。

10/0.4KV变压器

AML-S

分合闸位置、手车工作/试验位置、接地刀闸位置、硬接点信号(保护跳闸、装置告警、控制回路断线、装置异常、未储能、事故总等)、报文(过流、过负荷、超温报警、过温报警、装置告警、PT断线、CT断线、对时异常等)、遥控开关、故障波形分析(故障录波、故障波形、故障记录、跳闸、故障电流电压)等。

智能操控装置

ASD500

一次回路动态模拟图、弹簧储能指示、高压带电显示及闭锁、验电、核相、自动温湿度控制及显示（标配一路强制加热）、远方/就地旋钮、分合闸旋钮、储能旋钮、人体感应、柜内照明控制、RS485接口、高压柜内电气接点无线测温。

10KV计量

PZ72L-

E4/UT

该仪表采用交流采样技术，能分别测量电网中的电流、电压、功率、功率因数和电能等参数，可通过面板薄膜开关设置倍率。带RS-485通讯接口，采用Modbus协议;也可将电量信号转换成标准的直流模拟信号输出;或带开关量输入/输出，继电器报警输出等功能。具有许昌开普研究院有限公司、中心检测合格的型式检验报告证书和电磁兼容检验证书，产品防护等级均达到IP65，符合管廊综合监控系统中对相关产品功能、防护等级及电磁兼容的要求。

应用场合 ( 0.4KV )

产品

型号

功能

0.4KV进/出线

PZ72L-

E4/UT

无功补偿

ARC

测量I、U、Hz、cos $\phi$ ，具备过电压保护、欠流锁定、电网谐波过大保护功能,可控制电容器的投切，RS485/Modbus协议

ANSVC

ANSVC低压无功功率补偿装置并联在整个供电系统中，能根据电网中负载功率因数的变化通过控制器控制电力电容器投切进行补偿,无功功率补偿装置采用散件组成方案，主要以电容电抗、投切开关、控制器等组成。

ANSVG

补偿方式:线性补偿，全响应时间<5ms，瞬时响应时间 100us;补偿效果: 0.99，可补偿容性无功和感性无功，滤除5、7、9、11、13次以内的谐波;自身损耗: 2%，效率:>98%;监控以及显示具备远程通讯接口，可以通过PC机实时监控;具有人性化的人机交互界面，可通过该界面看到系统和本体的实时电能质量信息，操作简单，可以远控，也可以本控;标准模块化设计，缩短交付周期，同时提高了使用的可靠性和可维护性。

温湿度控制器

WHD72-

11/UT

智能型温湿度控制器以数码管方式显示温湿度值，有加热器、传感器故障指示、变送功能、带有RS485通讯接口可供远程监控，用户可通过按键编程自行设定系统参数。该仪表集测量、显示、控制及通讯于一体，精度高、测量范围宽，是一种适合于各个行业和领域的温湿度测量控制仪表。具有许昌开普研究院有限公司、中心检测合格的型式检验报告证书和电磁兼容检验证书，产品防护等级均达到IP65，符合管廊综合监控系统中对相关产品功能、防护等级及电磁兼容的要求。

## 智能网关

### Anet系列

8个RS485串口 2kV隔离，2个以太网接口，支持Modbus RTU、IEC-60870-5-101/103/104、CJ/T188、DL/T645等通讯协议设备的接入，支持Modbus RTU、Modbus TCP、IEC-60870-5-104等上传协议、支持多中心不同数据服务要求，支持断点续传，装置电源:220V AC/DC。

### 应用场合（配电室）

#### 产品

#### 型号

#### 功能

#### 环境监测

##### 温湿度

/

用于配电房温度和湿度。工作电源：AC/DC 85 ~ 265V 工作温度：-40.0 ~ 99.9  
工作湿度：0%RH ~ 99%RH

##### 烟雾

/

光电式烟雾传感; 电源正极（DC 12V）：+12V，继电器输出：常开触点

##### 水侵

/

接触式水浸传感器，监测变电所、电缆沟、控制室等场所积水情况，工作电源：DC 10-30V  
工作温度：-20 ~ +60 工作湿度：0%RH~80%RH 响应时间：1s 继电器输出：常开触点

#### 局方检测

/

监测变压器、开关、开关柜的局部放电

#### 门禁



/

常开型；感应距离：30-50mm 材质：锌合金，银灰色电度干接点输出

摄像机

/

视频监控

开关量模块

ARTU-KJ8

8路开关量输入,8路继电器输出

智能网关

ANet-2E4SM

4路RS485 串口，光耦隔离，2路以太网接口，支持ModbusRtu、ModbusTCP、DL/T645-1997、DL/T645-2007、CJT188-2004、OPC

UA、ModbusTCP（主、从）、104（主、从）、建筑能耗、SNMP、MQTT；（主模块）输入电源：DC 12V ~ 36V。支持4G扩展模块，485扩展模块,可扩展16路。

3.5.2电气火灾监控系统

应用场合

产品

型号

功能

各变电所

0.4KV出线

ARCM200

系列

用于检测TN-C-S、TN-S及局部TT系统中的剩余电流、温度等电气参数，从而预防电气火灾的发生。

各舱室

末端配电箱

ARCM300

系列

用于检测TN-C-S、TN-S及局部TT系统中的剩余电流、温度等电气参数，从而预防电气火灾的发生。

区域

变电所

区域分机

Acrel-6000/B3

接收电气火灾监控探测器信号，实现对被保护电气线路的报警、监视、控制与管理，采用485通讯

主变点所

监控中心

控制主机

Acrel-6000/B

接收电气火灾监控探测器信号和各区域分机数据，实现对被保护电气线路的报警、监视、控制与管理，可采用485通讯。

配套附件

0.4kV电流

互感器

AKH-0.66

测量型互感器，采集交流电流信号。

### 3.5.3消防设备电源监控系统

应用场合

产品

型号

功能

消防设备电源电压监控

AFPM3-2AVM

监测两路三相交流电压，二总线通讯。

区域

变电所

区域分机

AFPM100/B3

接收消防设备电源监控探测器信号，实现对被保护电气线路的报警、监视、控制与管理，可采用二总线通讯。

主变点所

监控中心

控制主机

AFPM100/B1

接收消防设备电源监控探测器信号和各区域分机数据，实现对被保护电气线路的报警、监视、控制与管理，可采用二总线通讯。

### 3.5.4防火门监控系统

应用场合

产品

型号

功能

普通舱室

配电室

常开防火门

AFRD-CK(YT)-65

AFRD-CK(YT)-85

AFRD-CK(YT)-120

监测常开防火门的开闭状态。

常闭防火门

单扇：AFRD-CB1(YT)

双扇：AFRD-CB2(YT)

监测常闭防火门的开闭状态。

防爆舱室

常开/常闭

防火门

AFRD-MC

监测常开、常闭防火门的开闭状态。

监测模块

AFRD-CK/CB

接收AFRD-MC的状态信息同步传输至防火门监控主机。

区域

变电所

区域分机

AFRD100/B3

接收防火门监控模块和防火门一体式探测器的信号，实现对防火门开闭状态的报警、监视、控制与管理，采用二总线通讯。

主变点所

监控中心

控制主机

AFRD100/B

接收防火门监控模块和防火门一体式探测器的信号以及各区域分机的实时数据，实现对防火门开闭状态的报警、监视、控制与管理，采用二总线通讯。

### 3.5.5消防应急照明和疏散指示系统

应用场合

产品

型号

功能

各变电所和非防爆舱室

集中电源集中控制型消防应急标志灯具（高防护）

A-BLJC-1LROEII1W-A431H (单面安全出口)

防护等级：IP67

设备尺寸：145\*400\*15

安装方式：壁挂

A-BLJC-1LROEII1W-A431H (单面疏散出口)

防护等级：IP67

设备尺寸：145\*400\*15

安装方式：壁挂

集中电源集中控制型消防应急照明灯具（高防护）

A-ZFJC-E\*W-A604T8 单管式应急照明灯具

防护等级：IP67

设备尺寸： 26\*L 400、 26\*L 600、 26\*L 1200

安装方式：吸顶、吊挂

设备功率：3、6、9、12、15W

### A-ZFJC-E\*W-A603HC 高防护应急照明灯具

防护等级：IP67

设备尺寸：175\*H 60

安装方式：吸顶、壁挂

设备功率：3、6、9、12、15W

### A-ZFJC-E\*W-A603HE 高防护应急照明灯具

防护等级：IP67

设备尺寸：198\*98\*55

安装方式：吸顶、壁挂

设备功率：3、6、9、12、15W

消防应急灯具电源

A-D-0.3KVA-A200L

A-D-0.5KVA-A200L

A-D-0.75KVA-A200L

A-D-0.1KVA-A200L

防护等级：IP65

设备尺寸：500\*400\*200、600\*480\*230

安装方式：壁挂

设备功率：0.3、0.5、0.75、1KVA

回路数量：8路

防爆舱室

集中电源集中控制型消防应急防爆标志灯具

A-BLJC-1LROE1W-A431EX (防爆单面出口)

防护等级：IP65

防爆等级：Ex de IIC T6 Gb/Ex tD A21 IP66 T80

设备尺寸：165\*375\*65

安装方式：壁挂

A-BLJC-1LROEI1W-A431EX（防爆单面左向）

防护等级：IP65

防爆等级：Ex de IIC T6 Gb/Ex tD A21 IP66 T80

设备尺寸：165\*375\*65

安装方式：壁挂

集中电源集中控制型消防应急防爆照明灯具

A-ZFJC-E\*W-A630EX

防护等级：IP65

防爆等级：Ex de IIC T6 Gb/Ex tD A21 IP66 T80

设备尺寸：256\*243\*78

安装方式：壁挂

设备功率：3、6、10W

A-ZFJC-E\*W-A632EX

防护等级：IP65

防爆等级：Ex de IIC T6 Gb/Ex tD A21 IP66 T80

设备尺寸：135mm\*H 168mm

安装方式：吊管安装

设备功率：3、6、9、12、15W

消防应急灯具电源(防爆)

A-D-0.3KVA-A200EX

A-D-0.5KVA-A200EX

A-D-1KVA-A200EX

防护等级：IP43

设备尺寸：904\*702\*220、1354\*702\*220

安装方式：壁挂

设备功率：0.3、0.5、1KVA

回路数量：8路

区域

变电所

区域分机

A-C-A100/B3

区域分机通过总线网络实时监控各个终端，在险情发生时，自动将信息指令发布到每个终端，终端收到指令之后自动开始工作，如频闪、变向、开、灭灯等工作，实时指示安全的疏散路线。

中继器

CAN转光纤中继

通过CAN转光纤中继实现把CAN总线传输转换至光纤传输延长通讯距离增加方案多样性。

主变电所

监控中心

监控主机

A-C-A100

监控主机通过总线网络实时监控各个终端，在险情发生时，自动将信息指令发布到每个终端，终端收到指令之后自动开始工作，如频闪、变向、开、灭灯等工作，实时指示安全的疏散路线。

4 结语

介绍了便于综合管廊运维的系统集成方案，可负责所在片区的综合监控任务和数据处理，将现场采集到的数据上传，下发上位的控制指令，同时系统还需要有灵活的结构，以便于后期系统的扩展。

参考文献

【1】殷宪飞．BIM技术在城市综合管廊运营维护阶段的应用研究[D]



【2】郑立宁,罗春燕,王建 . 综合管廊智能化运维管理技术综述[J]

【3】安科瑞企业微电网设计与应用手册.2022.05

【4】姬卫东 , 戴德松. 便于综合管廊运维的系统集成方案